

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-203666

(43)Date of publication of application : 27.07.2001

(51)Int.Cl.

H04J 11/00
H04B 7/005
H04B 7/08
H04L 1/06

(21)Application number : 2000-015057

(71)Applicant : ALPS ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 24.01.2000

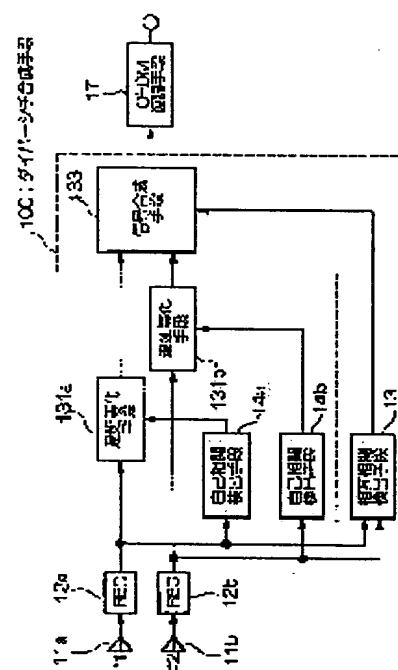
(72)Inventor : OTAKI YUKIO

(54) OFDM RECEIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an OFDM receiver that can extract an effective symbol signal having a sufficient signal strength from which delayed waves having delay times more than a guard interval time are eliminated.

SOLUTION: The OFDM receiver has antennas 11a and 11b, reception means 12a and 12b that process received signals to convert them into base band signals, delay equalization means 131a and 131b that eliminate signal components delayed more than a guard interval time of an OFDM modulation signal from each of output signals from the means 12a and 12b, a diversity synthesis means 100 that synthesizes output signals from the delay equalization means 131a and 131b, and an OFDM demodulation means 17 that extracts an effective symbol signal from an output signal from the diversity synthesis means 100 to demodulate the OFDM modulation signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.08.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3663098

[Date of registration]

01.04.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-203666

(P2001-203666A)

(43) 公開日 平成13年7月27日(2001.7.27)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード(参考)
H 0 4 J	11/00	H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 2 2
H 0 4 B	7/005	H 0 4 B 7/005	5 K 0 4 6
	7/08	7/08	D 5 K 0 5 9
H 0 4 L	1/06	H 0 4 L 1/06	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-15057(P2000-15057)

(22) 出願日 平成12年1月24日(2000.1.24)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 大滝 幸夫

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外6名)

Fターム(参考) 5K022 DD34

5K046 AA05 BA05 EE37 EE47 EF05

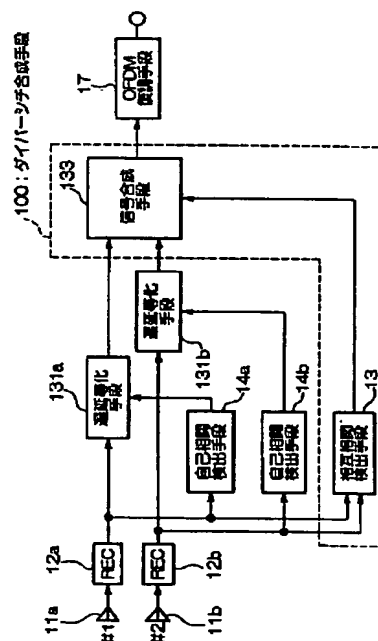
5K059 AA08 CC09 DD32 DD39 EE02

(54) 【発明の名称】 OFDM受信装置

(57) 【要約】

【課題】 十分な信号強度を有し、かつガードインターバル時間以上の遅延時間を有する遅延波を除去した有効シンボル信号を抽出すること。

【解決手段】 複数のアンテナ11a、11bと、供給された信号を処理してベースバンド信号にする複数の受信手段12a、12bと、各出力信号からOFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分を除去する複数の遅延等化手段131a、131bと、複数の遅延等化手段131a、131bの各出力信号を合成するダイバーシチ合成手段100と、ダイバーシチ合成手段100の出力信号から有効シンボル信号を抽出して復調するOFDM復調手段17とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに離間して配置され、OFDM変調された信号を捕捉する複数のアンテナと、
該複数のアンテナにそれぞれ接続され、供給された信号を処理してベースバンド信号にする複数の受信手段と、
該複数の受信手段の各々の出力側に接続され、各出力信号からOFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分を除去する複数の遅延等化手段と、
該複数の遅延等化手段の各出力信号を合成するダイバーシチ合成手段と、
該ダイバーシチ合成手段の出力信号から、変調時に挿入されたガードインターバル信号を取り除き、有効シンボル信号を抽出して復調するOFDM復調手段と、
を有することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項 2】 前記複数の受信手段の出力側に、該複数の受信手段の各出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段が接続され、
前記遅延等化手段が、前記自己相関検出手段の検出結果に基づいて各々OFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分を除去することを特徴とする請求項 1 に記載のOFDM受信装置。

【請求項 3】 前記遅延等化手段が、
前記自己相関検出手段の各々が検出した自己相関値のうち、最大自己相関値以外の極大自己相関値の前記最大自己相関値からの遅延時間と、前記極大自己相関値から算出した複素振幅係数とに基づいて、前記遅延等化手段の出力信号を負帰還させる複数の帰還手段を備えたことを特徴とする請求項 2 に記載のOFDM受信装置。

【請求項 4】 前記自己相関検出手段が、
該自己相関検出手段に供給される信号を有効シンボル時間だけ遅延させた遅延信号を出力する有効シンボル時間遅延手段と、
前記自己相関検出手段に供給される信号から複素共役信号を生成して出力する複素共役信号生成手段と、
前記遅延信号と前記複素共役信号とを乗算する乗算手段と、
該乗算手段の乗算結果を所定時間だけ累算する累算手段と、
を有することを特徴とする請求項 2 または 3 のいずれかに記載のOFDM受信装置。

【請求項 5】 前記複数の受信手段の出力側に、該複数の受信手段の出力信号間の相互相関を検出する第 1 の相互相関検出手段が接続され、
前記ダイバーシチ合成手段は信号合成手段及び前記第 1 の相互相関検出手段を有し、前記信号合成手段は、前記第 1 の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記遅延等化手段の各出力信号を同位相とする補正を行って合成することを特徴とする請求項 1 に記載のOFDM受信装置。

【請求項 6】 前記遅延等化手段の各出力側に、該遅延

等化手段の各出力信号間の相互相関を検出する第 2 の相互相関検出手段が接続され、

前記ダイバーシチ合成手段は、信号合成手段及び前記第 2 の相互相関検出手段を有し、前記信号合成手段は、前記第 2 の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記遅延等化手段の各出力信号を同位相とする補正を行って合成することを特徴とする請求項 1 に記載のOFDM受信装置。

【請求項 7】 前記第 1 の相互相関検出手段、または前記第 2 の相互相関検出手段は、
該第 1 の相互相関検出手段、または第 2 の相互相関検出手段に供給される信号のうちの 1 の信号から複素共役信号を生成して出力する複素共役信号生成手段と、
前記複素共役信号と前記比較すべき 2 つの信号のうちの他の信号とを乗算処理する乗算手段と、該乗算手段の乗算結果を所定時間だけ累算する累算手段と、
を有することを特徴とする請求項 5 または 6 のいずれかに記載のOFDM受信装置。

【請求項 8】 前記複数の受信手段の出力側に、該複数の受信手段の各出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段が接続され、前記遅延等化手段が、前記自己相関検出手段の検出結果に基づいて各々OFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分を除去し、前記信号合成手段が、前記自己相関検出手段の検出結果及び前記第 1 の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記複数の遅延等化手段の各出力信号を所定振幅及び同位相とする補正を行ってから、合成して出力することを特徴とする請求項 5 に記載のOFDM受信装置。

【請求項 9】 前記複数の受信手段の出力側に、該複数の受信手段の各出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段が接続され、前記遅延等化手段が、前記自己相関検出手段の検出結果に基づいて各々OFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分を除去し、前記信号合成手段が、前記自己相関検出手段の検出結果及び前記第 2 の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記複数の遅延等化手段の各出力信号を所定振幅及び同位相とする補正を行ってから、合成して出力することを特徴とする請求項 6 に記載のOFDM受信装置。

【請求項 10】 前記OFDM復調手段が、
前記自己相関検出手段の各々にて検出された自己相関のうち最大値を示す最大自己相関値が検出された時点基準として、前記ダイバーシチ合成手段の出力信号からガードインターバル信号を取り除き、有効シンボルを抽出することを特徴とする請求項 2 乃至 4、8、9 のいずれかに記載のOFDM受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、日本や欧州における地上波デジタルTV放送のようにOFDM変調された信号の受信装置に関し、特に車載用として好適なダ

イバーシチ受信型のOFDM受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、地上波デジタルTV放送に代表されるデジタルのオーディオ信号や映像信号の伝送

(変調)方式としてOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing、直交周波数分割多重)によるマルチキャリア(多搬送波)変調方式が実用化されつつある。この変調方式による放送は、符号化したデータを分割して千から数千以上の搬送波に振り分け、多重化して伝送する。図12にOFDM送信装置の構成ブロック図を、図13にOFDMによる変調過程を概念的に示す。

【0003】図12において、OFDM変調手段191は、入力されるデジタル信号をQPSK等の変調を行う変調手段192と、変調された直列信号を並列信号に変換する直/並列変換手段(S/P)193と、変換された並列信号を逆フーリエ変換する高速逆フーリエ変換手段(IFFT)194と、逆フーリエ変換された信号を直列系列に変換し、時間信号として出力する並/直列変換手段(P/S)195と、変換された信号にガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入手段196とから構成されている。また、197は送信手段(TX)、198はアンテナである。

【0004】上記構成において、入力されたデジタル信号が変調手段192により所定の変調方式(例えば、QPSK変調)で情報変調されることにより得られた変調シンボルは、図13に示すように、直/並列変換手段(S/P)193により、より低速の変調シンボル列、すなわち、一定周波数間隔(Δf)で並んだN個のそれぞれ互いに直交する搬送波の変調シンボル列に変換される。この変調シンボル列は、高速逆フーリエ変換手段(IFFT)194により高速逆フーリエ変換(IFT)され、更に、並/直列変換手段(P/S)195により高速逆フーリエ変換手段(IFT)194の出力が直列系列に変換されて時間信号として出力され、直交する時間軸信号の同相成分(以下Iと記す。)と、直交成分(以下、Qと記す。)が生成される。

【0005】さらに、ガードインターバル挿入手段196により所定時間(有効シンボル時間) T_s で区切られた信号の末尾の所定時間分(ガードインターバル時間) T_g を上記時間軸信号I、Qの開始部にコピーして挿入し、これをガードインターバルとする。このようにガードインターバルが挿入された時間軸信号が、ガードインターバル挿入手段196からベースバンド時系列信号として生成される。

【0006】このガードインターバルは受信時に生じる遅延波妨害(干渉)の対策のために挿入されるもので、マルチパス環境下での信号の相対遅延による隣接シンボル干渉を吸収するシンボルである。ここで、($T_g + T_s$)時間の時間軸信号が1単位のOFDMシンボルとし

て扱われ、受信時の処理によってこのガードインターバルが除去されて T_s 時間の信号のみが有効シンボル信号として抽出され、復調されるものである。そして、ガードインターバル挿入手段196により生成されたベースバンド時系列信号は、D/A変換手段を含む送信手段

(TX)197で所定の搬送波に乗せられ、電力増幅した後アンテナ198から空間に輻射される。

【0007】つぎに、図14に基本的なOFDM受信装置の構成を、図15にOFDMによる復調過程を概念的に示す。図14において、OFDM受信装置は、アンテナ212と、受信手段(REC)213と、OFDM復調手段211とを有している。また、OFDM復調手段211は、受信した信号からガードインターバルを除去して有効シンボル信号を抽出する有効シンボル抽出手段214、有効シンボル信号を並列信号に変換する直/並列変換手段(S/P)215、並列信号をフーリエ変換する高速フーリエ変換手段(FFT)216、直列信号に変換する並/直列変換手段(P/S)217および復調手段218を有している。

【0008】図14において、アンテナ212によって捕捉された信号電波は受信手段(REC)213によって増幅、周波数変換され、ベースバンド時系列信号として出力され、OFDM復調手段211によって復調される。OFDM復調手段211では、図15に示すように、有効シンボル抽出手段214において、受信したOFDMシンボルを参照し、 T_s 時間だけ離れた2つのシンボル信号を T_g 時間にわたり積和を計算して自己相関信号を発生し、これを基準信号とする。続いてOFDMシンボルの基準信号(自己相関信号)のピーク(最大値)を検出し、自己相関信号のピークに基づいて挿入されたガードインターバルの開始時期を検出し、このガードインターバルを除去して有効シンボルのI、Qを抽出する。

【0009】次いで、直/並列変換手段(S/P)215により有効シンボル信号を並列信号に変換し、変換された並列信号を高速フーリエ変換手段(FFT)216により高速フーリエ変換(FFT)して Δf ずつ周波数のずれたN個の搬送波の変調シンボルを取り出す。このように取り出された変調シンボルを並/直列変換手段(P/S)217により直列状の時間系列に変換してから、復調手段218により所定の方式で復調して、デジタル信号を復号する。

【0010】以上のように、受信したOFDMシンボルの基準信号(自己相関信号)のピーク(最大値)を検出し、自己相関信号のピークに基づいて有効シンボルを抽出するので、基準信号が正確に検出されないと、抽出した有効シンボルに隣接するOFDMシンボルのデータが含まれることとなり、ビット誤りが発生するという問題がある。一方、OFDM変調による放送信号を自動車等で移動しながら受信する場合、フェージングの影響を受

けてしまい、受信信号レベルが変動するので、基準信号を正確に発生できなくなる。その結果、前述のようなビット誤りが発生するので、移動受信時にはダイバーシチ受信によりレベル変動を抑制するようにしている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した従来のOFDM受信装置において、ダイバーシチ受信を行うようしても、OFDMシンボルのガードインターバル時間（T_g）以上に遅延した遅延波が混入していると、隣接した有効シンボルが干渉して復調後のビット誤りが多くなってしまうという問題があった。本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、OFDM変調信号のフーリエ変換処理手段の前段にダイバーシチ合成手段と遅延等化手段とを設けることにより、十分な信号強度を有し、かつガードインターバル時間以上の遅延時間を有する遅延波を除去した有効シンボル信号を抽出することができるダイバーシチ受信型のOFDM受信装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明のOFDM受信装置は、互いに離間して配置され、OFDM変調された信号を捕捉する複数のアンテナと、該複数のアンテナにそれぞれ接続され、供給された信号を処理してベースバンド信号にする複数の受信手段と、該複数の受信手段の各々の出力側に接続され、各出力信号からOFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分を除去する複数の遅延等化手段と、該複数の遅延等化手段の各出力信号を合成するダイバーシチ合成手段と、該ダイバーシチ合成手段の出力信号から、変調時に挿入されたガードインターバル信号を取り除き、有効シンボル信号を抽出して復調するOFDM復調手段とを有することを特徴とする。

【0013】本発明のOFDM受信装置では、互いに離間して配置された複数のアンテナによりOFDM変調された信号が捕捉され、該複数のアンテナにそれぞれ接続された複数の受信手段により供給された信号が処理されベースバンド信号に変換される。次いで、前記複数の受信手段の各々の出力側に接続された複数の遅延等化手段により、前記複数の受信手段の各出力信号からOFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分が除去され、ダイバーシチ合成手段により該複数の遅延等化手段の各出力信号が合成される。OFDM復調手段により該ダイバーシチ合成手段の出力信号から、変調時に挿入されたガードインターバル信号が取り除かれ、有効シンボル信号が抽出されて復調される。

【0014】また、本発明のOFDM受信装置は、前記複数の受信手段の出力側に、該複数の受信手段の各出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段が接続され、前記遅延等化手段が、前記自己相関検出手段の検出結果に基づいて各々OFDM変調信号のガードインター

バル時間以上遅延した信号成分を除去することを特徴とする。

【0015】本発明のOFDM受信装置では、前記複数の受信手段の出力側に接続された自己相関検出手段により、前記複数の受信手段の各出力信号の自己相関が検出され、前記自己相関検出手段の検出結果に基づいて前記遅延等化手段により、各々OFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分が除去される。

【0016】また、本発明のOFDM受信装置は、前記遅延等化手段が、前記自己相関検出手段の各々が検出した自己相関値のうち、最大自己相関値以外の極大自己相関値の前記最大自己相関値からの遅延時間と、前記極大自己相関値から算出した複素振幅係数とに基づいて、前記遅延等化手段の出力信号を負帰還させる複数の帰還手段を備えたことを特徴とする。

【0017】本発明のOFDM受信装置では、前記遅延等化手段が有する複数の帰還手段により、前記自己相関検出手段の各々が検出した自己相関値のうち、最大自己相関値以外の極大自己相関値の前記最大自己相関値からの遅延時間と、前記極大自己相関値から算出した複素振幅係数とに基づいて、前記遅延等化手段の出力信号が負帰還される。

【0018】また、本発明のOFDM受信装置は、前記自己相関検出手段が、該自己相関検出手段に供給される信号を有効シンボル時間だけ遅延させた遅延信号を出力する有効シンボル時間遅延手段と、前記自己相関検出手段に供給される信号から複素共役信号を生成して出力する複素共役信号生成手段と、前記遅延信号と前記複素共役信号とを乗算する乗算手段と、該乗算手段の乗算結果を所定時間だけ累算する累算手段とを有することを特徴とする。

【0019】本発明のOFDM受信装置では、前記自己相関検出手段において、有効シンボル時間遅延手段により該自己相関検出手段に供給される信号が有効シンボル時間だけ遅延させた遅延信号が出力され、複素共役信号生成手段により前記自己相関検出手段に供給される信号から複素共役信号が生成され出力される。さらに、乗算手段により前記遅延信号と前記複素共役信号とが乗算され、累算手段により該乗算手段の乗算結果が所定時間だけ累算される。

【0020】また、本発明のOFDM受信装置は、前記複数の受信手段の出力側に、該複数の受信手段の出力信号間の相互相関を検出する第1の相互相関検出手段が接続され、前記ダイバーシチ合成手段は信号合成手段及び前記第1の相互相関検出手段を有し、前記信号合成手段は、前記第1の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記遅延等化手段の各出力信号を同位相とする補正を行って合成することを特徴とする。

【0021】本発明のOFDM受信装置では、前記複数の受信手段の出力側に接続された第1の相互相関検出手

段により、前記複数の受信手段の出力信号間の相互相関が検出される。前記ダイバーシチ合成手段では前記信号合成手段により前記第1の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記遅延等化手段の各出力信号を同位相とする補正が行われ、合成される。

【0022】また、本発明のOFDM受信装置は、前記遅延等化手段の各出力側に、該遅延等化手段の各出力信号間の相互相関を検出する第2の相互相関検出手段が接続され、前記ダイバーシチ合成手段は、信号合成手段及び前記第2の相互相関検出手段を有し、前記信号合成手段は、前記第2の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記遅延等化手段の各出力信号を同位相とする補正を行って合成することを特徴とする。

【0023】本発明のOFDM受信装置では、前記遅延等化手段の各出力側に接続された第2の相互相関検出手段により、該遅延等化手段の各出力信号間の相互相関が検出される。前記ダイバーシチ合成手段では、前記信号合成手段により、前記第2の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記遅延等化手段の各出力信号を同位相とする補正が行われ合成される。

【0024】また、本発明のOFDM受信装置は、前記第1の相互相関検出手段、または前記第2の相互相関検出手段は、該第1の相互相関検出手段、または第2の相互相関検出手段に供給される信号のうちの一の信号から複素共役信号を生成して出力する複素共役信号生成手段と、前記複素共役信号と前記比較すべき2つの信号のうちの他の信号とを乗算処理する乗算手段と、該乗算手段の乗算結果を所定時間だけ累算する累算手段とを有することを特徴とする。

【0025】本発明のOFDM受信装置では、前記第1の相互相関検出手段、または前記第2の相互相関検出手段において、複素共役信号生成手段により該第1の相互相関検出手段、または第2の相互相関検出手段に供給される信号のうちの一の信号から複素共役信号が生成され出力され、乗算手段により前記複素共役信号と前記比較すべき2つの信号のうちの他の信号とが乗算処理され、累算手段により該乗算手段の乗算結果が所定時間だけ累算される。

【0026】また、本発明のOFDM受信装置は、前記複数の受信手段の出力側に、該複数の受信手段の各出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段が接続され、前記遅延等化手段が、前記自己相関検出手段の検出結果に基づいて各々OFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分を除去し、前記信号合成手段が、前記自己相関検出手段の検出結果及び前記第1の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記複数の遅延等化手段の各出力信号を所定振幅及び同位相とする補正を行ってから、合成して出力することを特徴とする。

【0027】本発明のOFDM受信装置では、前記複数の受信手段の出力側に接続された自己相関検出手段によ

り、前記複数の受信手段の各出力信号の自己相関が検出される。また前記遅延等化手段により、前記自己相関検出手段の検出結果に基づいて各々OFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分が除去される。前記信号合成手段により、前記自己相関検出手段の検出結果及び前記第1の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記複数の遅延等化手段の各出力信号を所定振幅及び同位相とする補正が行われ、合成して出力される。

【0028】前記複数の受信手段の出力側に、該複数の受信手段の各出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段が接続され、前記遅延等化手段が、前記自己相関検出手段の検出結果に基づいて各々OFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分を除去し、前記信号合成手段が、前記自己相関検出手段の検出結果及び前記第2の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記複数の遅延等化手段の各出力信号を所定振幅及び同位相とする補正を行ってから、合成して出力することを特徴とする。

【0029】本発明のOFDM受信装置では、前記複数の受信手段の出力側に接続された自己相関検出手段により前記複数の受信手段の各出力信号の自己相関が検出される。また前記遅延等化手段により、前記自己相関検出手段の検出結果に基づいて各々OFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分が除去される。前記信号合成手段により、前記自己相関検出手段の検出結果及び前記第2の相互相関検出手段の検出結果に基づいて前記複数の遅延等化手段の各出力信号を所定振幅及び同位相とする補正が行われ、合成して出力される。

【0030】また、本発明のOFDM受信装置は、前記OFDM復調手段が、前記自己相関検出手段の各々にて検出された自己相関のうち最大値を示す最大自己相関値が検出された時点に基づいて、前記ダイバーシチ合成手段の出力信号からガードインターバル信号を取り除き、有効シンボルを抽出することを特徴とする。

【0031】本発明のOFDM受信装置では、前記OFDM復調手段により、前記自己相関検出手段の各々にて検出された自己相関のうち最大値を示す最大自己相関値が検出された時点に基づいて、前記ダイバーシチ合成手段の出力信号からガードインターバル信号が取り除かれ、有効シンボルが抽出される。以上、本発明のOFDM受信装置によれば、OFDM変調信号の有効シンボルをFFT演算するFFT演算手段の前段に、アンテナダイバーシチを行うダイバーシチ合成手段と、受信したOFDM変調信号のうち所定時間以上遅延した信号成分

(遅延波)を除去する遅延等化手段とを設け、かつ遅延等化手段を、ダイバーシチ手段の前段に設けることにより、遅延波を排除するようにしたので、充分なCN比をもった出力信号を得ることができ、復調後のビット誤り

をなくすことができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。本発明の各実施の形態に係るOFDM受信装置は、OFDM変調信号の有効シンボルをFFT演算するFFT演算手段の前段に、アンテナダイバーシチを行うダイバーシチ合成手段と、受信したOFDM変調信号のうち所定時間以上遅延した信号成分（遅延波）を除去する遅延等化手段とを設け、かつ遅延等化手段を、ダイバーシチ合成手段の前段に設けることにより、十分な信号強度を有し、遅延の大きな信号を除去したOFDM変調信号の有効シンボル信号を抽出することができるようにしたことを特徴としている。以下、本発明の各実施の形態に係るOFDM受信装置ではアンテナ素子数を2とした場合について説明する。

【0033】図1に本発明の第1の実施の形態に係るOFDM受信装置の構成を示す。本発明の実施の形態に係るOFDM受信装置は、最初に受信手段毎に設けられた遅延等化手段によって不要な遅延波を除去した後、ダイバーシチ合成を行うようにしたものである。図1において、#1系統のOFDM変調された信号を捕捉するアンテナ11aと、アンテナ11aと離間して配置された#2系統のOFDM変調された信号を捕捉するアンテナ11bと、受信手段12a、12bと、複数の受信手段12a、12bの出力信号間の相互相関を検出する相互相関検出手段13と、受信手段12aの出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段14aと、受信手段12bの出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段14bとを有している。

【0034】また、本実施の形態に係るOFDM受信装置は、自己相関検出手段14aの検出結果に基づいて受信手段12aの出力信号から所定時間以上、遅延した信号成分を除去する遅延等化手段131aと、自己相関検出手段14bの検出結果に基づいて受信手段12bの出力信号から所定時間以上、遅延した信号成分を除去する遅延等化手段131bと、相互相関検出手段13の検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bの出力信号を所定のダイバーシチ方式により合成する信号合成手段133と、信号合成手段133の出力信号を復調するOFDM復調手段17とを有している。ここで、相互相関検出手段13及び信号合成手段はダイバーシチ合成手段100を構成している。また、相互相関検出手段13は本発明の第1の相互相関検出手段に相当する。なお、OFDM復調手段17の具体的構成は、既知のOFDM復調手段211と同じである。

【0035】上記構成において、アンテナ11a、アンテナ11bにより受信した信号は、それぞれ、受信手段12a、12bで増幅、周波数変換されてベースバンド信号に変換された後、それぞれ#1系統、#2系統の信号として遅延等化手段131a、131bに入力され

る。遅延等化手段131a、131bでは、自己相関検出手段14a、14bの検出結果に基づいて受信手段12a、12bの各出力信号から所定時間以上、具体的にはOFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分が除去される。

【0036】遅延等化手段131a、131bの出力信号は、信号合成手段133において相互相関検出手段13の検出結果に基づいて同位相となるように位相補正されて、ダイバーシチ合成される。次いで信号合成手段133の合成出力は、OFDM復調手段17において、変調時に挿入されたガードインターバルのガードシンボルが取り除かれ、有効シンボルが抽出されて復調される。

【0037】以上に説明したように、本発明の第1の実施の形態に係るOFDM受信装置によれば、複数の受信手段12a及び12bの出力信号のダイバーシチ合成前に複数の受信手段12a、12bの各出力信号間の相互相関検出及び受信手段12a、12bの各出力信号の自己相関検出を行い、前記自己相関検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bにより前記複数の受信手段12a、12bの各出力信号からガードインターバル時間以上に遅延した不要波を除去し、遅延等化手段131a、131bの各出力信号を前記相互相関検出結果に基づいてダイバーシチ合成を行うようにしたので、十分な信号強度を有し、かつガードインターバル時間以上の遅延時間を有する遅延波（不要波）を除去した有効シンボル信号を抽出することができる。

【0038】次に、図1における遅延等化手段131a（131b）の具体的構成を図2に示す。同図に示す遅延等化手段131a（131b）は、2つの信号までの遅延等化が行える構成となっている。図2において、遅延等化手段131a（131b）は、加算手段91と、加算手段91の出力を所定時間、遅延させる遅延手段92、94と、遅延手段92、94の出力信号の複素振幅をそれぞれ、補正する複素振幅補正手段93、95と、遅延手段92、94における遅延時間を算出する遅延時間算出手段97と、複素振幅補正手段93、95における振幅補正量である複素振幅係数を算出する複素振幅係数算出手段98と、供給された自己相関値の中から最大値と極大値を探索する最大極大自己相関探索手段96とを有している。

【0039】ここで、遅延手段92と、複素振幅補正手段93とにより構成される信号の負帰還手段により、一の遅延信号が除去され、また、遅延手段94と、複素振幅補正手段95とにより構成される信号の負帰還手段により、もう1つの遅延信号が除去される。

【0040】図2において、最大極大自己相関探索手段96は、自己相関検出手段14a（14b）から自己相関値が供給されると、それらの中から自己相関の最大値と極大値とを探索し、自己相関の最大値と極大値に関する制御信号を遅延時間算出手段97と、複素振幅係数算

出手段 9 8 に送出する。最大極大自己相関探索手段 9 6 からの制御信号を受けて、遅延時間算出手段 9 7 は前記の最大自己相関値を基準として、最大自己相関値以外の極大自己相関値の中で、除去すべき 2 つの遅延信号に対応する極大自己相関値が検出された時点までの時間を算出して、これを遅延時間としてそれぞれ遅延手段 9 2、9 4 に送出する。

【0041】ここで、算出された遅延時間が所定時間、具体的には OFDM 変調信号に含まれるガードインターバル時間より短い時には、送出する遅延時間を零とする。また、複素振幅係数算出手段 9 8 は、最大極大自己相関探索手段 9 6 からの制御信号を受けると、最大自己相関値を基準として、最大自己相関値以外の極大自己相関値の中で除去すべき 2 つの遅延信号に対応する極大自己相関値との比をそれぞれ算出して、これを複素振幅係数としてそれぞれ複素振幅補正手段 9 3、9 5 に送出する。

【0042】ここで、遅延時間算出手段 9 7 と複素振幅係数算出手段 9 8 においては、自己相関検出手段 1 4 a (1 4 b) から供給される自己相関値を参照して、遅延時間と複素振幅補正係数を算出する。遅延手段 9 2、9 4 は遅延時間算出手段 9 7 により与えられる遅延時間に基づいて入力信号を遅延させる。ここで、与えられる遅延時間が零のときは、遅延信号の遅延時間が OFDM 変調信号のガードインターバル時間以下であり、除去する必要がないので、入力信号を遅延させずに、振幅が零の信号を出力する。複素振幅補正手段 9 3、9 5 は、複素振幅係数算出手段 9 8 により与えられる複素振幅係数に基づいて振幅補正を行う。

【0043】このように遅延手段 9 2、9 4 及び振幅補正手段 9 3、9 5 からなる負帰還手段を経て加算手段 9 1 の出力が負帰還され、同じ加算手段 9 1 の入力に供給される。図 1 に示す構成において、受信手段 1 2 a (1 2 b) の出力信号は、加算手段 9 1 に与えられ、加算手段 9 1 の出力は、遅延時間算出手段 9 7 及び複素振幅係数算出手段 9 8 により与えられた遅延時間及び複素振幅係数に基づいて遅延手段 9 2、9 4 及び複素振幅補正手段 9 3、9 5 により、遅延時間調整及び振幅調整が行われ、この遅延時間調整及び振幅補正が行われた信号が逆極性で加算手段 9 1 で加算される。この結果、受信手段 1 2 a (1 2 b) の出力信号から OFDM 変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分が除去され、この不要波が除去された信号が信号合成手段 1 3 3 に出力される。

【0044】次に、図 1 における信号合成手段 1 3 3 の具体的構成を図 3 に示す。同図において、信号合成手段 1 3 3 は移相手段 2 1、2 2 と、加算手段 2 3 とを有している。同図において、遅延等化手段 1 3 1 a、1 3 1 b の各出力信号は移相手段 2 1、2 2 において相互相関検出手段 1 3 の検出結果 (相互相関値) を参照して互い

に同相となるように位相補正され、加算手段 2 3 において加算されて合成され、OFDM 復調手段 1 7 に出力される。このように、同位相でダイバーシチ合成すると、合成出力の電力を最大にすることができる。

【0045】次に、図 1 における自己相関検出手段 1 4 a (または 1 4 b) の具体的構成を図 4 に示す。図 4 において、自己相関検出手段 1 4 a (または 1 4 b) は、自己相関検出手段 1 4 a (または 1 4 b) に供給される信号を有効シンボル時間だけ遅延させた遅延信号を出力する有効シンボル時間遅延手段 5 0 と、自己相関検出手段 1 4 a (または 1 4 b) に供給される信号から複素共役信号を生成して出力する複素共役信号生成手段 5 1 と、前記遅延信号と前記複素共役信号とを乗算する乗算手段 5 2 と、乗算手段 5 2 の乗算結果を所定時間だけ累算する累算手段 5 3 とを有している。

【0046】上記構成において、自己相関検出手段 1 4 a (または 1 4 b) では、有効シンボル時間遅延手段 5 0 により入力端子 1 4 4 より自己相関検出手段に供給される信号が有効シンボル時間だけ遅延させられた遅延信号が出力され、また、複素共役信号生成手段 5 1 により入力端子 1 4 4 より供給される信号から複素共役信号が生成され出力される。前記遅延信号と前記複素共役信号とが乗算手段 5 2 により乗算され、乗算手段 5 2 の乗算結果が累算手段 5 3 により所定時間だけ累算される。さらに、累算手段 5 3 の累算結果である自己相関値が出力端子 1 4 5 より遅延等化手段 1 3 1 a (1 3 1 b) に出力される。

【0047】次に、図 1 における相互相関検出手段 1 3 の具体的構成を図 5 に示す。図 5 において、相互相関検出手段 1 3 は、相互相関検出手段 1 3 に供給される信号のうち、比較すべき 2 つの信号のうちの 1 つの信号から複素共役信号を生成して出力する複素共役信号生成手段 6 0 と、複素共役信号生成手段 6 0 により生成された複素共役信号と前記比較すべき 2 つの信号のうちの他の信号とを乗算処理する乗算手段 6 1 と、乗算手段 6 1 による乗算処理結果を所定時間だけ累算する累算手段 6 2 とを有している。

【0048】上記構成において、相互相関検出手段 1 3 では、入力端子 1 4 0、1 4 1 を介して相互相関検出手段 1 3 に供給される信号のうち、比較すべき 2 つの信号のうちの 1 つの信号 (入力端子 1 4 1 より入力される信号) が複素共役信号生成手段 6 0 に入力され、この結果、複素共役信号生成手段 6 0 により複素共役信号が生成され、出力される。この複素共役信号生成手段 6 0 により得られた複素共役信号と前記比較すべき 2 つの信号のうちの他の信号 (入力端子 1 4 0 より入力される信号) とが乗算手段 6 1 により乗算処理される。

【0049】さらに、乗算手段 6 1 により得られた乗算処理結果が累算手段 6 2 により所定時間だけ累算され、累算結果である相互相関値が、出力端子 1 4 2 より信号

合成手段133に出力される。

【0050】 つぎに、図6および図7を参照して上述の構成によるOFDM受信装置のOFDM変調信号のデータ構成と遅延波の除去動作について説明する。図6はOFDM変調信号のデータ構成と自己相関検出信号との関係を示している。OFDM変調時に有効シンボルの末尾部分の所定時間分の信号をガードインターバルとして有効シンボルのヘッド部分にコピーし、ガードインターバルと有効シンボルの和の信号をOFDMシンボルとして送信する。

【0051】 したがって、復調時にはコピーされたガードインターバルを除去して有効シンボル信号を抽出する必要があるが、自己相関検出手段により受信信号の自己相関をとると、ガードインターバルの信号開始時に自己相関値が最大になるので、受信信号の自己相関値をモニタすることにより、OFDM受信装置において、OFDMシンボルの出力タイミングを認識することができる。

【0052】 図7は遅延波を含むOFDM変調信号の遅延波が合成波の有効シンボルに与える影響について示している。同図において、本実施の形態に係るOFDM受信装置において主波及び遅延波1及び遅延波2を受信したとする。受信した信号波のうち主波は自己相関の最大値の検出により時刻 t_{11} から t_{21} までの間で単位OFDMシンボル i を形成していることが認識され、OFDMシンボル i の出力期間は、有効シンボルの出力期間とこの有効シンボルの末尾からコピーされた信号によるガードインターバル期間とを含んでいる。

【0053】 同様に、遅延波1は検出した自己相関値のうち最大自己相関値に次いで大きい極大自己相関値の検出によって時刻 t_{12} から t_{22} までの間が、遅延波2は最大自己相関値のさらにつぎの極大自己相関値の検出によって時刻 t_{13} から t_{23} の間が単位OFDMシンボル i を形成していることが認識される。ここで、遅延波1のOFDMシンボル開始時期 t_{12} は、主波のガードインターバル内にあるため直接の障害にはならない。ところが、遅延波2は遅延時間が大きくOFDMシンボル開始時期 t_{13} が主波のガードインターバル期間よりも遅れているため、有効シンボル検出後の合成波のシンボル i には、遅延波2のシンボル $(i-1)$ の末尾部分が含まれ、有効シンボルにおける干渉領域となってしまう。

【0054】 したがって、受信信号のうち主波のガードインターバル期間よりも大きな遅延時間をもってOFDMシンボルを開始する遅延波を排除する必要がある、図2を参照して既述したように遅延等化手段131a(131b)における負帰還手段によって遅延波が排除された信号が信号合手段133に入力され、ダイバーシチ合成された後、OFDM復調手段17により復調され、良好な復調信号を得ることができる。

【0055】 以上に説明したように、本発明の第1の実施の形態に係るOFDM受信装置によれば、複数の受信

手段12a及び12bの出力信号のダイバーシチ合成前に複数の受信手段12a及び12bの出力信号間の相互相関検出及び受信手段12a及び12bの各出力信号の自己相関検出を行い、前記自己相関検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bにより前記複数の受信手段12a、12bの各出力信号から遅延した不要波を除去し、遅延等化手段131a、131bの各出力信号を前記相互相関検出結果に基づいてダイバーシチ合成を行うようにしたので、十分な信号強度を有し、かつガードシンボル時間以上の遅延時間を有する遅延波を除去した有効シンボル信号を抽出することができるOFDM受信装置が得られる。

【0056】 次に本発明の第2の実施の形態に係るOFDM受信装置の構成を図8に示す。本発明の実施の形態に係るOFDM受信装置が、第1の実施の形態に係るOFDM受信装置と構成上、異なるのは、ダイバーシチ合成手段で使用する相互相関検出結果を受信手段12a、12bの出力信号間で行うのではなく、遅延等化手段131a、131bの出力信号間で行っている点であり、その他の構成は同一である。なお、相互相関検出手段132は図1に示す相互相関検出手段13と同一の構成である。

【0057】 図8において、本発明の実施の形態に係るOFDM受信装置は、#1系統のOFDM変調された信号を捕捉するアンテナ11aと、アンテナ11aと離間して配置された#2系統のOFDM変調された信号を捕捉するアンテナ11bと、受信手段12a、12bと、受信手段12aの出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段14aと、受信手段12bの出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段14bとを有している。

【0058】 また本実施の形態に係るOFDM受信装置は、自己相関検出手段14aの検出結果に基づいて受信手段12aの出力信号から所定時間以上、遅延した信号成分を除去する遅延等化手段131aと、自己相関検出手段14bの検出結果に基づいて受信手段12bの出力信号から所定時間以上、遅延した信号成分を除去する遅延等化手段131bとを有している。

【0059】 更に、本実施の形態に係るOFDM受信装置は、遅延等化手段131a、131bの各出力信号の相互相関を検出する相互相関検出手段132と、相互相関検出手段132の検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bの出力信号を所定のダイバーシチ方式により合成する信号合成手段133と、信号合成手段133の出力信号を復調するOFDM復調手段17とを有している。相互相関検出手段132及び信号合成手段133はダイバーシチ合成手段101を構成している。相互相関検出手段132は本発明の第2の相互相関検出手段に相当する。

【0060】 上記構成において、アンテナ11a、アン

テナ11bにより受信した信号は、それぞれ、受信手段12a、12bで増幅、周波数変換されてベースバンド信号に変換された後、それぞれ#1系統、#2系統の信号として遅延等化手段131a、131bに入力される。

【0061】遅延等化手段131a、131bでは、自己相関検出手段14a、14bの検出結果に基づいて受信手段12a、12bの各出力信号から所定時間以上、具体的にはOFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分が除去される。遅延等化手段131a、131bの出力信号は、信号合成手段133において遅延等化手段131a、131bの出力信号の相互相関を検出する相互相関検出手段132の検出結果に基づいて同位相となるように位相補正されて、ダイバーシチ合成される。

【0062】次いで、信号合成手段133の合成出力は、OFDM復調手段17において、変調時に挿入されたガードインターバルが取り除かれ、有効シンボルのみが抽出されて復調される。

【0063】以上に説明したように、本発明の第2の実施の形態に係るOFDM受信装置によれば、複数の受信手段12a、12bの出力信号のダイバーシチ合成前に複数の受信手段12a、12bの各出力信号の自己相関検出を行い、前記自己相関検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bにより前記複数の受信手段12a、12bの各出力信号から遅延した不要波を除去し、遅延等化手段131a、131bの各出力信号を遅延等化手段131a、131bの各出力信号間の相互相関検出結果に基づいてダイバーシチ合成を行うようにしたので、十分な信号強度を有し、かつガードシンボル時間以上の遅延時間を有する遅延波を除去した有効シンボル信号を抽出することができるOFDM受信装置が得られる。

【0064】次に、本発明の第3の実施の形態に係るOFDM受信装置の構成を図9に示す。本発明の実施の形態に係るOFDM受信装置が、第1の実施の形態に係るOFDM受信装置と構成上、異なるのは、信号合成手段15が、複数の受信手段12a、12bの各出力信号の自己相関検出結果及び複数の受信手段12a、12bの各出力信号間の相互相関検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bの各出力信号をダイバーシチ合成するようにした点であり、他の構成は同一である。

【0065】図9において、#1系統のOFDM変調された信号を捕捉するアンテナ11aと、アンテナ11aと離間して配置された#2系統のOFDM変調された信号を捕捉するアンテナ11bと、受信手段12a、12bと、複数の受信手段12a、12bの出力信号間の相互相関を検出する相互相関検出手段13と、受信手段12aの出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段14aと、受信手段12bの出力信号の自己相関を検出

する自己相関検出手段14bとを有している。

【0066】また、本実施の形態に係るOFDM受信装置は、自己相関検出手段14aの検出結果に基づいて受信手段12aの出力信号から所定時間以上、遅延した信号成分を除去する遅延等化手段131aと、自己相関検出手段14bの検出結果に基づいて受信手段12bの出力信号から所定時間以上、遅延した信号成分を除去する遅延等化手段131bと、自己相関検出手段14a、14bの検出結果及び相互相関検出手段13の検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bの出力信号を所定のダイバーシチ方式により合成する信号合成手段151と、信号合成手段151の出力信号を復調するOFDM復調手段17とを有している。ここで、相互相関検出手段13及び信号合成手段151は、ダイバーシチ合成手段102を構成している。

【0067】上記構成において、アンテナ11a、アンテナ11bにより受信した信号は、それぞれ、受信手段12a、12bで増幅、周波数変換されてベースバンド信号に変換された後、それぞれ#1系統、#2系統の信号として遅延等化手段131a、131bに入力される。遅延等化手段131a、131bでは、自己相関検出手段14a、14bの検出結果に基づいて受信手段12a、12bの各出力信号から所定時間以上、具体的にはOFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分が除去される。

【0068】遅延等化手段131a、131bの出力信号は、信号合成手段151において自己相関検出手段14a、14bの検出結果及び相互相関検出手段13の検出結果に基づいて、所定の振幅になるように振幅補正され、かつ同位相となるように位相補正されるようにダイバーシチ合成される。次いで、信号合成手段15の合成出力は、OFDM復調手段17において、変調時に挿入されたガードインターバルが取り除かれ、有効シンボルが抽出されて復調される。

【0069】次に、図9における信号合成手段151の構成を図10に示す。同図において、信号合成手段151は振幅補正手段111、113と、移相手段112、114と、加算手段115とを有している。同図において、遅延等化手段131a、131bの各出力信号は、自己相関検出手段14a、14bの検出結果に基づいて振幅補正手段111、113により所定の振幅補正がなされ、この振幅補正された信号は、移相手段112、114において相互相関検出手段13の検出力（制御信号）によって互いに同相となるように位相補正され、加算手段115において加算されて合成され、OFDM復調手段17に出力される。このとき、振幅補正手段111、113において、自己相関検出手段14a、14bがそれぞれ検出した自己相関値の最大値に比例して振幅補正がなされると、加算手段115が出力する合成出力の搬送波電力対雑音電力比（C/N比）を最大とすること

ができる。

【0070】以上に説明したように、本発明の第3の実施の形態に係るOFDM受信装置によれば、複数の受信手段12a、12bの出力信号のダイバーシチ合成前に複数の受信手段12a、12bの各出力信号間の相互相関検出及び受信手段12a、12bの各出力信号の自己相関検出を行い、前記自己相関検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bにより前記複数の受信手段12a、12bの各出力信号から遅延した不要波を除去し、遅延等化手段131a、131bの各出力信号を前記自己相関検出結果及び相互相関検出結果に基づいてダイバーシチ合成を行うようにしたので、十分な信号強度を有し、かつガードシンボル時間以上の遅延時間を有する遅延波を除去した有効シンボル信号を抽出することができるOFDM受信装置が得られる。

【0071】次に、本発明の第4の実施の形態に係るOFDM受信装置の構成を図11に示す。本発明の実施の形態に係るOFDM受信装置が、第3の実施の形態に係るOFDM受信装置と構成上、異なるのは、ダイバーシチ合成手段が信号合成時に使用する相互相関の検出結果を、遅延等化手段131a、131bの各出力信号間の相互相関を検出する相互相関検出手段132を設け、この相互相関検出手段の検出結果から得るようにしている点であり、他の構成は同一である。

【0072】図11において、#1系統のOFDM変調された信号を捕捉するアンテナ11aと、アンテナ11aと離間して配置された#2系統のOFDM変調された信号を捕捉するアンテナ11bと、受信手段12a、12bと、受信手段12aの出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段14aと、受信手段12bの出力信号の自己相関を検出する自己相関検出手段14bとを有している。

【0073】また本実施の形態に係るOFDM受信装置は、自己相関検出手段14aの検出結果に基づいて受信手段12aの出力信号から所定時間以上、遅延した信号成分を除去する遅延等化手段131aと、自己相関検出手段14bの検出結果に基づいて受信手段12bの出力信号から所定時間以上、遅延した信号成分を除去する遅延等化手段131bとを有している。

【0074】更に、本実施の形態に係るOFDM受信装置は、遅延等化手段131a、131bの各出力信号の相互相関を検出する相互相関検出手段132と、自己相関検出手段14a、14bの検出結果及び相互相関検出手段132の検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bの出力信号を所定のダイバーシチ方式により合成する信号合成手段151と、信号合成手段151の出力信号を復調するOFDM復調手段17とを有している。ここで、相互相関検出手段132及び信号合成手段151はダイバーシチ合成手段103を構成している。

【0075】上記構成において、アンテナ11a、アンテナ11bにより受信した信号は、それぞれ、受信手段12a、12bで増幅、周波数変換されてベースバンド信号に変換された後、それぞれ#1系統、#2系統の信号として遅延等化手段131a、131bに入力される。

【0076】遅延等化手段131a、131bでは、自己相関検出手段14a、14bの検出結果に基づいて受信手段12a、12bの各出力信号から所定時間以上、具体的にはOFDM変調信号のガードインターバル時間以上遅延した信号成分が除去される。遅延等化手段131a、131bの出力信号は、信号合成手段151において自己相関検出手段14a、14b及び相互相関検出手段132の検出結果に基づいて、所定の振幅となるように振幅補正がなされ、かつ同位相となるように位相補正されるようにダイバーシチ合成される。

【0077】次いで、信号合成手段151の合成出力は、OFDM復調手段18において、変調時に挿入されたガードインターバルが取り除かれ、有効シンボルのみが抽出されて復調される。

【0078】以上に説明したように、本発明の第4の実施の形態に係るOFDM受信装置によれば、複数の受信手段12a、12bの出力信号のダイバーシチ合成前に複数の受信手段12a、12bの各出力信号の自己相関検出を行い、前記自己相関検出結果に基づいて遅延等化手段131a、131bにより前記複数の受信手段12a、12bの各出力信号から遅延した不要波を除去し、遅延等化手段131a、131bの各出力信号を、前記自己相関検出結果及び遅延等化手段131a、131bの各出力信号間の相互相関検出結果に基づいてダイバーシチ合成を行うようにしたので、十分な信号強度を有し、かつガードシンボル時間以上の遅延時間を有する遅延波を除去した有効シンボル信号を抽出することができるOFDM受信装置が得られる。

【0079】以上、本発明の第1乃至第4の実施形態に係るOFDM受信装置の動作を図面を参照して詳述してきたが、本発明はこれらの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。例えば、入力アンテナ数は2つに限られるものではなく、3つ以上のアンテナであっても本発明に含まれる。

【0080】また、遅延等化手段においては、2つの遅延信号を除去するように負帰還手段は2系統としたが、これ以外の数の系統を含むようにしたものであってもよい。

【0081】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、OFDM変調信号の有効シンボルをFFT演算するFFT演算手段の前段に、アンテナダイバーシチを行うダイバーシチ合成手段と、受信したOFDM変調信号の

うち所定時間以上遅延した信号成分（遅延波）を除去する遅延等化手段とを設け、かつ遅延等化手段を、ダイバーシチ手段の前段に設けることにより、遅延波を排除するようにしたので、充分なC/N比をもった出力信号を得ることができ、復調後のビット誤りをなくすることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図。

【図2】 図1における遅延等化手段の具体的構成を示すブロック図。

【図3】 図1における信号合成手段の具体的構成を示すブロック図。

【図4】 図1における自己相関検出手段の具体的構成を示すブロック図。

【図5】 図1における相互相関検出手段の具体的構成を示すブロック図。

【図6】 OFDM変調信号のデータ構成と自己相関検出信号との関係を示す説明図。

【図7】 遅延波を含むOFDM受信信号の遅延波が合成波の有効シンボルに与える影響について示す説明図。

【図8】 本発明の第2の実施形態に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図。

【図9】 本発明の第3の実施形態に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図。

【図10】 図8、図9における信号合成手段の具体的構成を示すブロック図。

【図11】 本発明の第4の実施形態に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図。

【図12】 OFDM送信装置の構成を示すブロック

図。

【図13】 OFDMによる変調過程を概念的に示した説明図。

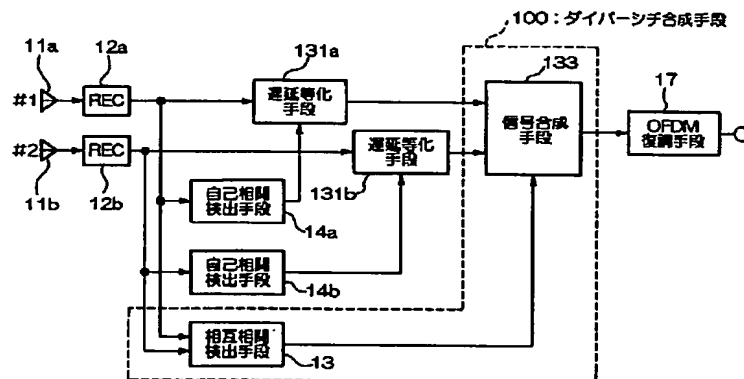
【図14】 従来の基本的なOFDM受信装置の構成を示すブロック図。

【図15】 OFDMによる復調過程を概念的に示した説明図。

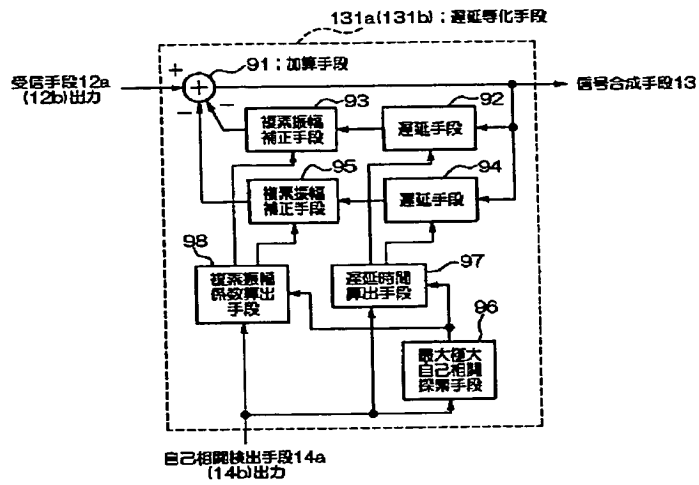
【符号の説明】

- 11a、11b アンテナ
- 12a、12b 受信手段（REC）
- 13、132 相互相関検出手段
- 14a、14b 自己相関検出手段
- 133、151 信号合成手段
- 131a、131b 遅延等化手段
- 17 OFDM復調手段
- 21、22、112、114 移相手段
- 23、91、115 加算手段
- 111、113 振幅補正手段
- 50 有効シンボル時間遅延手段
- 51、60 複素共役信号生成手段
- 52、61 乗算手段
- 53、62 累算手段
- 92、94 遅延手段
- 93、95 複素振幅補正手段
- 96 最大極大自己相関探索手段
- 97 遅延時間算出手段
- 98 複素振幅係数算出手段
- 100、101、102、103 ダイバーシチ合成手段

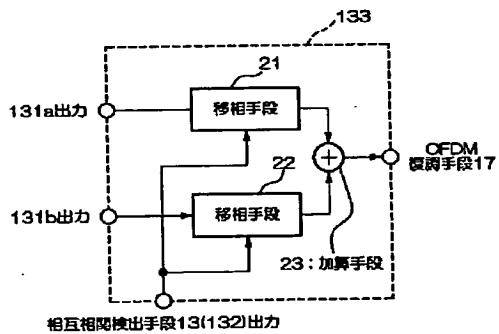
【図1】



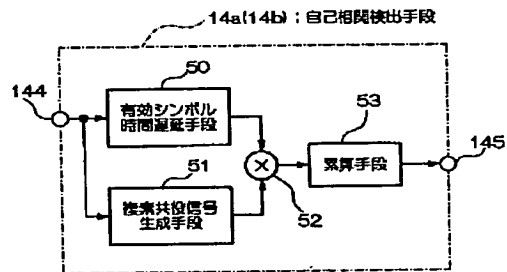
【図2】



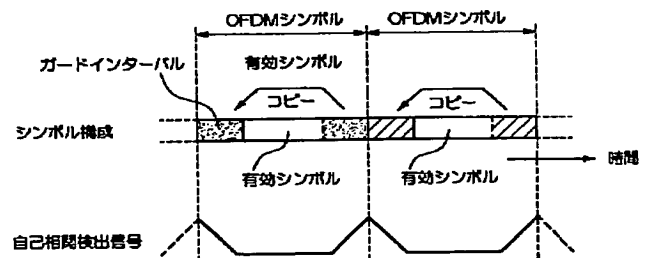
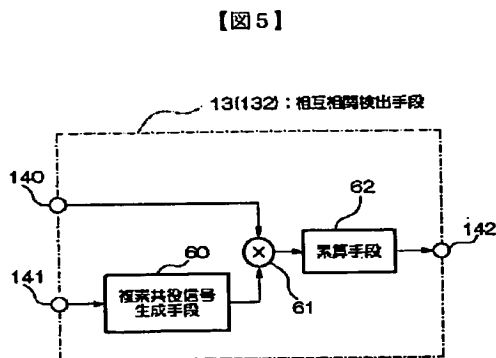
【図3】



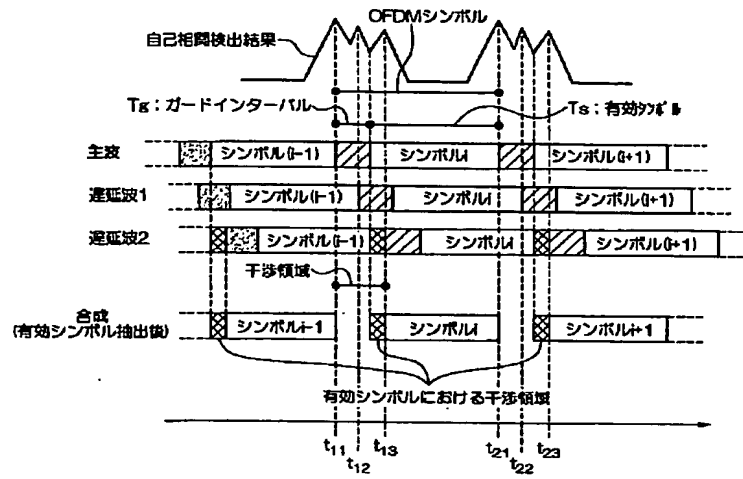
【図4】



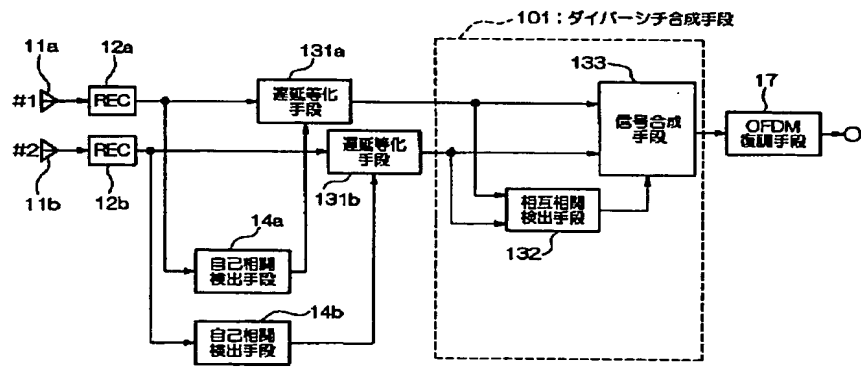
【図6】



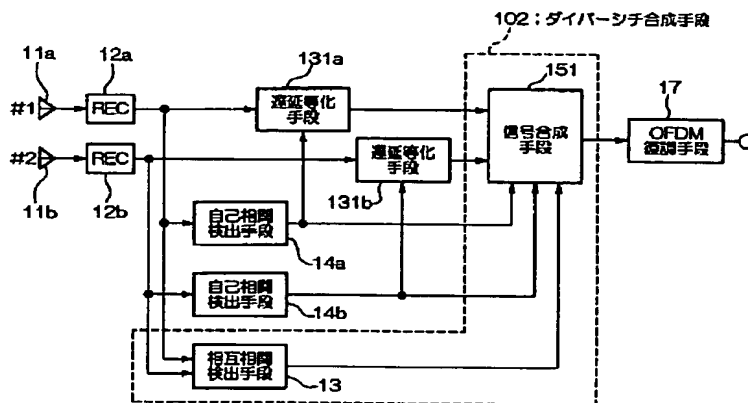
【図 7】



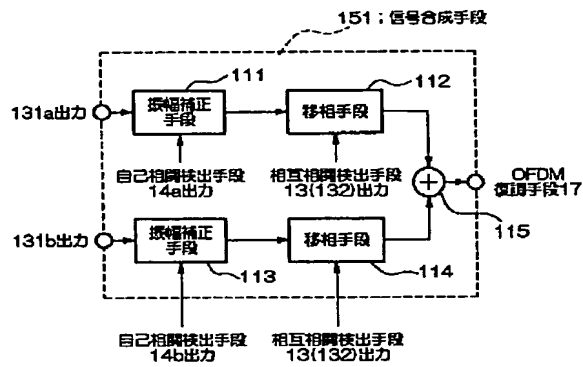
【図 8】



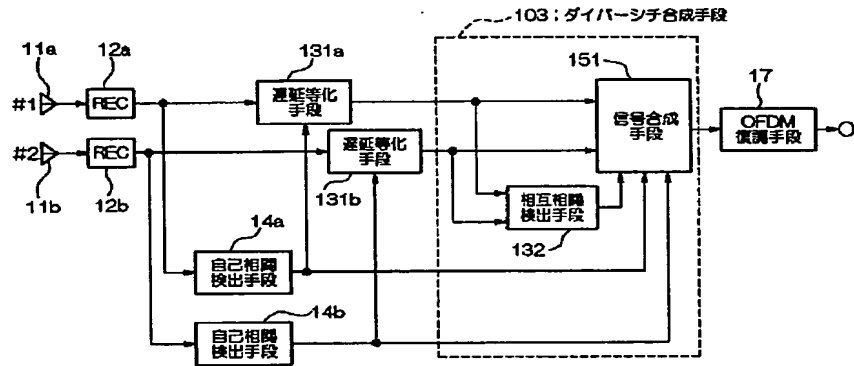
【図 9】



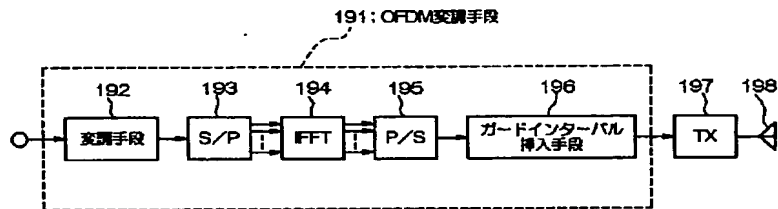
【図10】



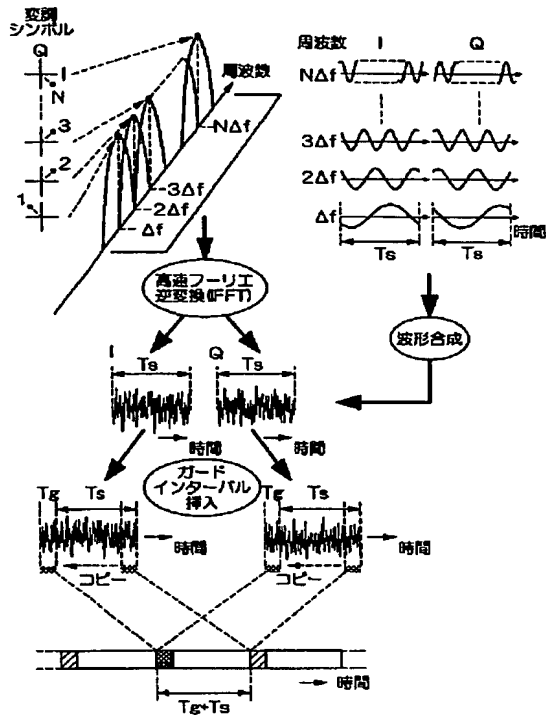
【図11】



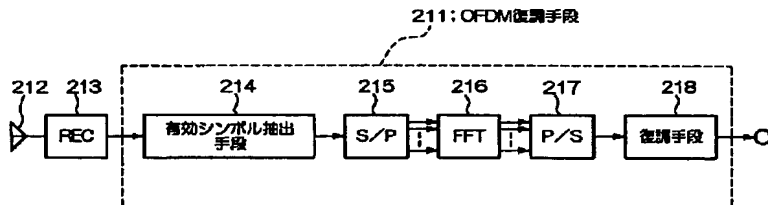
【図12】



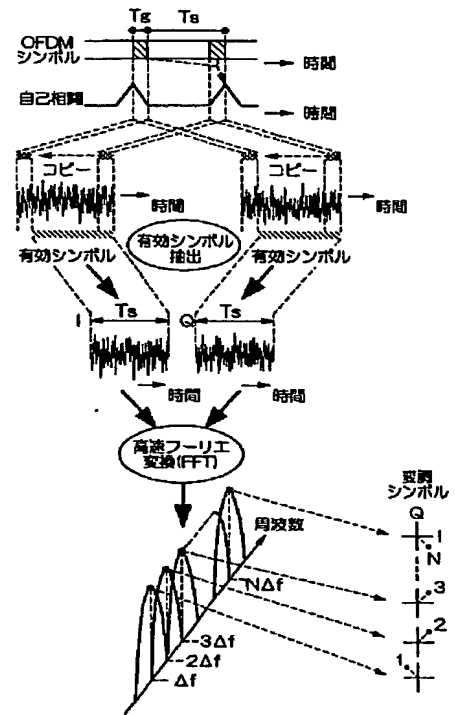
【図13】



【図14】



【図15】



THIS PAGE BLANK (USPTO)